

雨滴により励起された弾性波源を用いた床版内部の伝搬速度および減衰特性解析

京都大学 正会員 ○橋本 勝文
 京都大学 正会員 塩谷 智基
 京都大学 正会員 奥出 信博
 株式会社東芝 NMEMS 組合 正会員 渡部 一雄
 株式会社東芝 NMEMS 組合 正会員 高峯 英文

1. 背景および目的

コンクリート構造物に生じるひび割れなどの損傷に対して、既往の調査診断技術として、AE 法や AE トモグラフィなどの非破壊評価に関する研究が行われている。AE 法は広範囲を計測対象とした相対的な損傷評価が可能であり、実構造物に対して有効に適用できる非破壊調査手法の一つと位置付けられている。実橋梁 RC 床版を対象とした AE 計測を用いたモニタリングにより AE センサで検出した信号を基に床版内部のひび割れを検出する検討がなされている。特に、路面上面に降雨による水滴が衝突することで、内部のひび割れとは無関係に弾性波が励起されることを利用したモニタリング手法が提案されている。すなわち、雨滴により多数の弾性波を一様な分布で発生させることで得られる弾性波発生源の位置標定結果において、損傷の直下では弾性波の伝搬が妨げられ、分布の一様性が崩れることで内部のひび割れを検知するものである¹⁾。

本研究では、RC 床版上面での降雨による弾性波源を用いて床版内部の伝搬速度および減衰特性をトモグラフィ（三次元速度トモグラフィおよび三次元減衰トモグラフィ）解析することで、損傷の三次元構造を評価可能な手法として提案することを目的とした。

2. AE 計測およびトモグラフィ解析

床版下面に 30kHz 共振型の AE センサを縦 1400×横 3000mm の範囲に格子状（縦 700mm×横 750mm）に 15 個接着した。RC 床版の厚さは 235mm である。700 秒間の降雨による生じた弾性波源の位置標定の結果およびコア削孔による内部のひび割れの観察結果を図-1 に示す。

図-2 に速度および減衰トモグラフィの計算過程においては、簡略化のために弾性波伝搬経路は直線であると仮定し、弾性波の発信点の位置、セルの領域を定めて各センサでの受信時刻および振幅より各波線を伝播した時間および減衰量を入力し、各セル

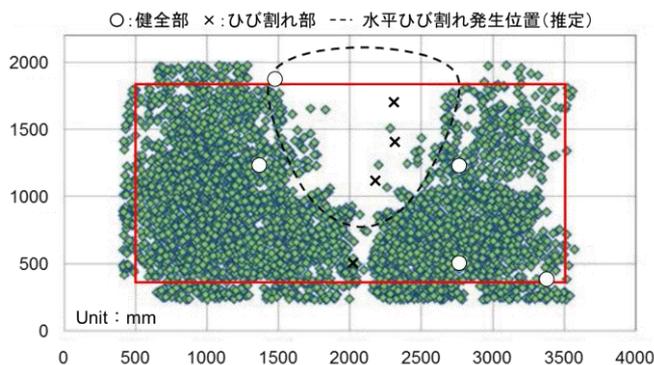


図-1 雨滴による弾性波源の位置標定結果およびコア削孔によるひび割れの有無

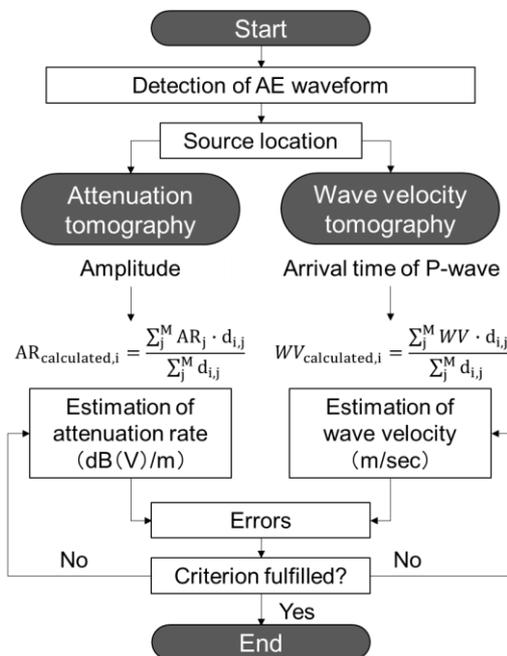


図-2 トモグラフィ解析の流れ

キーワード RC 床版, 水平ひび割れ, AE 計測, 雨滴, 弾性波速度, 減衰率, トモグラフィ

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C3-b4S15 京都大学大学院工学研究科 TEL 075-383-3496

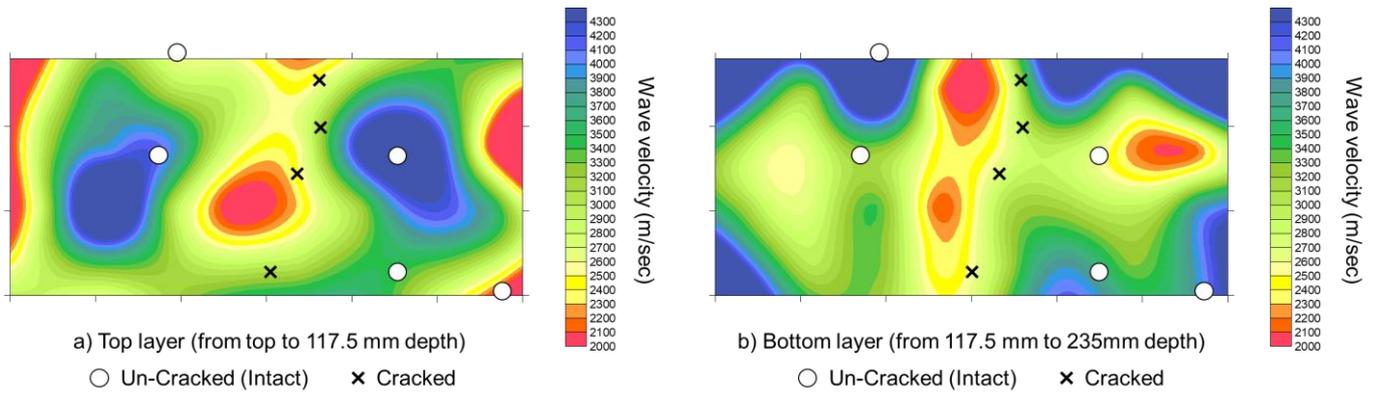


図-3 弾性波速度分布（左：床版上面から 117.5mm 右：床版下面から 117.5mm）

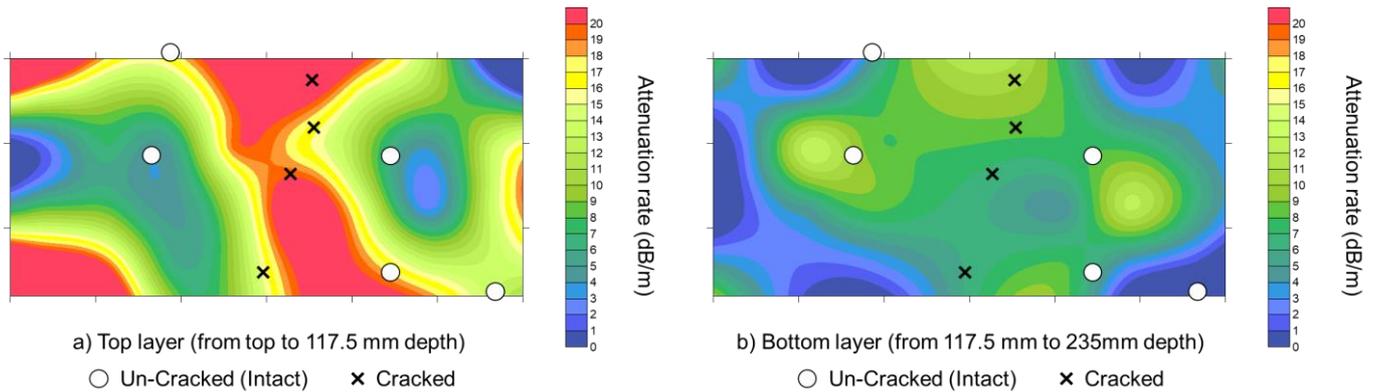


図-4 減衰率分布（左：床版上面から 117.5mm 右：床版下面から 117.5mm）

の伝播速度，すなわちスローネス（距離に伝播速度の逆数を乗じたもの）および減衰率を算出する．さらに，理論値と観測値を同時反復法（SIRT）²⁾により収束計算を行うことで速度および減衰率の分布を得た．

3. 結果および考察

図-3 および図-4 にトモグラフィ解析により得られる弾性波速度分布および減衰率分布を示す．これより，対象とした範囲でコア削孔によりひび割れが観察された領域と弾性波速度が遅くなっている領域および減衰率が高くなっている領域がおおむね一致している．また，図-3 および図-4 の結果において低速度領域および高減衰率領域が床版の上側に多く発生している．なお，床版の厚さ方向と水平ひび割れの発生位置については，コア削孔による観察結果から床版中央および上面から 117.5mm の範囲に全てのひび割れが集中していた³⁾．すなわち，本研究で実施した雨滴により励起された弾性波源を用いた床版内部の弾性波速度および減衰トモグラフィにより，損傷（水平ひび割れ）の三次元構造を把握できる可能性がある．特に，減衰率においては 17 ～20 dB/m 程度を閾値として，明確に水平ひび割れの発生範囲を特定できる手法として提案できる．

謝辞

この成果の一部は，国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究業務「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」で得られたものである．

参考文献

- 1) 高峯英文，渡部一雄，塩谷智基，アコースティックエミッションモニタリングによる橋梁内部のひび割れ検出技術，東芝レビュー，Vol. 72, No.2, pp.49-52, 2017.
- 2) 佐々宏一，芦田譲，菅野強，物理探査，pp.122-123, 森北出版，1993.
- 3) Takamine, H., Watabe, K., Miyata, H., Asaue, H., Nishida, T., Shiotani, T., Efficient Damage Inspection of Deteriorated RC Bridge Deck with rain-induced AE Activity, Proceedings of IAES-23, IIIAE2016Kyoto and ICAE-8, pp.231-236, 2016.